



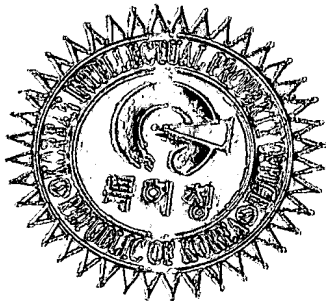
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0078299
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 12월 10일
Date of Application DEC 10, 2002

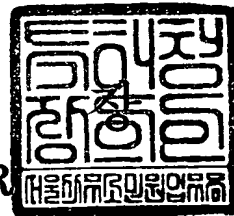
출원인 : 주식회사 포스코 외 1명
Applicant(s) POSCO, et al.



2003 년 12 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER





	【서지사항】
【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.11.28
【제출인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【사건과의 관계】	출원인
【제출인】	
【명칭】	도시바미쯔비시 -일렉트릭 인더스트리얼 시스템즈 코퍼레이션
【출원인코드】	5-2003-042483-4
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0078299
【출원일자】	2002.12.10
【발명의 명칭】	사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-2002-0409825-37
【접수일자】	2002.12.10
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK, Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618

【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍성철
【성명의 영문표기】	HONG, Seong Cheol
【주민등록번호】	660404-1951215
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김관수
【성명의 영문표기】	KIM, Kwan Soo
【주민등록번호】	660301-1670826
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	와카미야 , 요시노리
【성명의 영문표기】	WAKAMIYA, Yoshinori
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	니타 , 이소코
【성명의 영문표기】	NITTA, Isoko
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내

【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이나미 , 하루키
【성명의 영문표기】	INAMI,Haruki
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 전영일 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.12.10
【발명의 명칭】	사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치
【발명의 영문명칭】	Estimation apparatus for confidence rate in hot strip mill
【출원인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK,Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍성철
【성명의 영문표기】	HONG,Seong Cheol
【주민등록번호】	660404-1951215
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김관수
【성명의 영문표기】	KIM,Kwan Soo
【주민등록번호】	660301-1670826

【우편번호】 545-711

【주소】 전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구소
내

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
전영일 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	16	면	16,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	45,000	원		

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연에서의 두께 불량 진단 방법에 대한 확신도를 연산함으로써, 품질 불량의 원인을 더욱 신속하고, 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명에 따르면, 운전자 개입량과 장력 변동간의 상관도(C1), 두께 편차와 장력 변동간의 상관도(C2), 운전자 개입량과 두께 편차와의 상관도(C3)를 연산하기 위한 상관도 연산부; 상기 C1, C2 및 C3 간의 상관도의 극성을 판단하기 위한 상관도 극성 판단부; 및 상기 연산된 세가지 상관도의 극성이 하나라도 음의 부호를 가지면 확신도는 0으로 결정하고, 모두 양의 부호를 가지면 최종 롤 속도 운전 개입 확신도를 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 확신도 연산부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치가 제공된다.

【대표도】

도 2

【색인어】

사상 압연, 이상 진단, 열연, 확신도

【명세서】

【발명의 명칭】

사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치 {Estimation apparatus for confidence rate in hot strip mill}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도로서,

도 1a는 롤 속도 운전자 개입 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1b는 스프레이 운전자 개입 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1c는 롤 편심 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1d는 FSU 불량 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 2 및 도 3은 본 발명에 적용되는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치의 개략적인 구성도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

201 : 상부 사상 압연 롤	202 : 하부 사상 압연 롤
203 : 압연판	204 : 사상 압연 입측 온도계
205 : 사상 압연 출측 두께계	206 : 사상 압연 출측 온도계
207 : 압연 하중 측정 센서	208 : 롤 갭 측정 센서
210 : SCC 설정부	211 : 실측 데이터 수집부

- 212 : 출측 두께계 로드온 판단부 213 : 두께 편차 과다 판단부
- 214 : 운전자 개입/장력간 상관도 연산부
- 215 : 두께/장력간 상관도 연산부
- 216 : 운전자 개입/두께간 상관도 연산부
- 217 : 상관도 극성 판단부
- 218 : 확신도 연산부 219 : 두께/온도간 상관도 연산부
- 220 : 연산된 두께/온도간 상관도 연산부
- 221 : 두께 편차/연산된 두께간 상관도 연산부
- 222 : 두께/ 운전자 개입 상관성 판단부
- 331 : 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부
- 332 : 스펙트럼 강도 평균 연산부
- 333 : 스펙트럼 강도 비교부 334 : 온도/두께 변동량 연산부
- 335 : 운전자 개입/두께 변동량 연산부
- 336 : FSU 설정/두께 변동량 연산부
- 337 : 극성 판단부

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <28> 본 발명은 열간 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 관한 것이며, 특히, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 그 중에서도 사상 압연에서의 두께 불량 진단 방법에 대한 확신도를 연산함으로써, 품질 불량의 원인을 더욱 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 관한 것이다.
- <29> 최근 열연 마무리 압연 공정에서는 제품 품질 향상 요구가 점점 더 높아지고 있고 다품종 소량 생산 형태로 생산되고 있어, 보다 더 정밀도가 높은 품질 제어 시스템을 필요로 하고 있다.
- <30> 열연 제품 생산은 각종 컴퓨터 및 제어 시스템에 의한 고도의 제어로 안정적인 조업을 함으로써, 품질 정도 허용치를 확보하고 있다. 그러나, 제어 시스템 갱신 또는 안정적인 상태에서도 가끔 조업의 불안정이나 제품 불량이 발생하고 있다.
- <31> 이러한 것들은 크게 분류하면, 제품의 재질, 운전자의 조업 방법, 압연 설비 및 제어 시스템 등이 원인이다. 조업 불안정과 제품 불량이 발생한 경우에는 구체적으로 시스템 불량인지 운전자의 조작 이상인지 등을 판단하여 재발 방지를 위한 대책을 마련하여야 한다. 종래에는 이상 진단을 행하기 위하여 제품 단위로 계산기에 수집 저장된 실적 평균 데이터를 비교 분

석하거나, 실적 평균 데이터를 이용한 간단한 모의 실험 검증 등을 수행하는 방법을 채용하고 있다.

<32> 그러나, 상세한 원인 분석을 해야 하는 경우, 주로 온라인 아날로그 데이터 차트를 보고 판단하는 것이 필요하기 때문에 전문가 수작업에 의존하는 경우가 대부분이며, 이에 따라 분석 시간이 많이 걸리는 문제와 실적 관리가 곤란한 면이 있었다.

<33> 따라서, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위해서는 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하는 것을 지원하는 진단 시스템의 개발이 필요하다.

<34> 지금까지 압연기의 품질 진단 기술과 관련된 선행 기술들을 살펴 보면, 다음과 같다.

<35> 첫번째로, 출원인이 '포항 종합 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연기의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특 2001-0027829)를 살펴 보면, 다음과 같다.

<36> 본 특허 출원은 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 설비 불량, 조업 불량을 진단하는 압연기 이상 진단 장치에 관한 것으로, 철강 플랜트에서의 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 두께, 형상 및 설비에 대한 이상 판정과 요인 진단을 자동으로 수행하도록 함으로써, 고속, 고정확도의 진단이 가능하고, 진단 임계치를 강판의 양부 판정 결과와 진단 결과가 정합성을 유지하도록 적절하게 조정하도록 한다. 이렇게 함으로써, 대상의 특성이 변화하는 경우에도 적절한 임계치가 유지되어 항상 고정확도의 진단을 수행하도록 한 것이 본 선행 기술의 특징이다.

<37> 그런, 상기 선행 기술은 품질의 이상 판정을 위하여 단순히 임계치와의 크기를 비교하여 양부를 결정하는 내용으로 되어 있어 룰 베이스(Rule Base)에 의한 본 출원과는 차이가 난

다. 또한, 상기 특허는 대상의 특성이 변화할 때, 임계치를 자동으로 변경하여 진단하는 기술이기 때문에 최적의 임계치를 설정하는 것이 진단 성공율을 좌우하는 기준이 될 수 있다. 그러나 이와 같은 임계치의 최적 설정은 강종과 사이즈, 압연 조건 및 현장의 상황에 따라서 선정되는 것으로 매우 힘들다는 문제점이 있다.

<38> 두번째로, 출원인이 '미쯔비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '이상 진단 장치 및 이상 진단 방법(일본 공개 번호 : 특개평 11-347614)을 살펴 보면, 다음과 같다.

<39> 본 선행 기술은 압연된 압연재의 판 두께와 목표 판 두께의 편차를 연산하고, 그 편차가 기준치를 초과한다면, 판 두께 이상으로 인정한다. 즉, 판 두께의 국소적 최소치와 국소적 최대치를 검출하여, 그 국소적 최소치와 최대치의 편차가 미리 설정된 기준치를 초과하면, 판 두께 이상으로 인정한다. 또한, 이상 발생 원인을 주로 롤 속도 밸런스와 밀 모터의 토크 실적 및 압연 하중 실적으로부터 판정하고 있다.

<40> 그러나, 압연기의 두께 이상의 원인은 이보다 훨씬 다양한 원인에 의하여 발생하고 있으므로, 상기 선행 기술로는 완전한 품질 진단을 할 수 없다는 문제점이 있다.

<41> 세번째로, 출원인이 '미쯔비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '온라인 롤 연삭 장치의 고장 진단 방법'(공개 번호 : 특개평 7-251210)을 살펴 보면, 다음과 같다.

<42> 상기 선행 기술은 운전자의 육안에 의지하지 않고, 자동적으로 온라인 롤 연삭 장치의 고장을 진단한 기술로서, 하우징 내부의 롤을 회전시키면서, 그 외주면에 회전 가능한 슷돌을 끼우고, 이 슷돌을 롤 축 방향으로 왕복 이동시키며 연삭하는 온라인 롤 연삭 장치에 있어서, 상기 롤의 슷돌에 의한 연삭 중에 슷돌 구동 회전 장치의 출력 토크를 검출하고, 출력 토크가 상한치를 초과하거나, 하한치 미만인 경우에 이상이라고 진단하는 방법이다.

- <43> 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 단순히 경계치에 대한 특허로서, 완전한 진단이 힘들다는 문제점이 있다.
- <44> 네번째로, 출원인이 '신일본 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연롤용 축수의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특개평 7-63605)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <45> 상기 선행 기술은 진단시에 압연롤이 압연롤용 베어링에 가중한 하중을 측정하고, 베어링의 이상 검출 범위를 폭넓게 진단할 수 있는 압연롤용 베어링의 이상 진단 장치에 관한 것이나, 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 문제점들이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <46> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연에서의 두께 불량 진단 방법에 대한 확신도를 연산함으로써, 품질 불량의 원인을 더욱 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <47> 앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 품질 불량의 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control

Computer) 설정부; 상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 여부를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부; 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 운전자 개입량과 장력 변동간의 상관도(C1), 상기 두께 편차와 장력 변동간의 상관도(C2), 운전자 개입량과 두께 편차와의 상관도(C3)를 연산하기 위한 상관도 연산부; 상기 C1, C2 및 C3 간의 상관도의 극성을 판단하기 위한 상관도 극성 판단부; 및 상기 연산된 세가지 상관도의 극성이 하나라도 음의 부호를 가지면 확신도는 0으로 결정하고, 모두 양의 부호를 가지면 최종 롤 속도 운전 개입 확신도를 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 확신도 연산부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치가 제공된다.

<48> 또한, 보다 더 양호하게는, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(D1), 스프레이 운전자 개입이 있는 스탠드에서 게이지 미터식에 의해서 계산된 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(D2), 실측된 두께 편차와 상기 게이지 미터식에 의하여 연산된 두께 편차 간의 상관도(D3)를 연산하기 위한 스프레이 상관도 연산부; 및 상기 연산된 D1, D2 및 D3의 극성을 판단하여 음의 상관도라면 상관 관계가 없는 것으로 결정하고 상기 세가지 상관도의 부호가 모두 양이면 최종 스프레이 운전자 개입 확신도는 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 스프레이 확신도 연산부; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치가 제공된다.

<49> 또한, 품질 불량률의 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 여부를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부; 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 상하부 백업롤의 스펙트럼 강도를 이용하여 스탠드의

평균 스펙트럼 강도를 연산하는 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부; 상기 상하부 백업롤의 주요 주파수 외의 주파수에서 스펙트럼 강도의 평균을 연산하기 위한 스펙트럼 강도 평균 연산부; 상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부의 결과와 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부의 결과의 편차를 판단하기 위한 스펙트럼 강도 비교부; 및 상기 스펙트럼 강도 비교부의 판단 결과, 상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부에서 구한 스펙트럼 강도가 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부에서 구한 스펙트럼 강도보다 크면, 상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부에서 구한 스펙트럼 강도와 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부에서 구한 스펙트럼 강도의 편차를 이용하여 롤 편심 확신도를 연산하는 확신도 연산부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치가 제공된다.

<50> 또한, 품질 불량 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부; 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 온도 불량에 의한 두께 변동량, Both 개입에 의한 두께 변동량 및 FSU 불량에 의한 두께 변동량을 연산하기 위한 변동량 연산부; 상기 세가지 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 판단하는 극성 판단부; 및 상기 극성 판단부에서의 판단 결과, 극성이 다르면 확신도를 0으로 최종 결정하고, 동극성일 경우에는 각각의 확신도를 상기 X 레이 두께 편차와의 비율에 따라 결정하는 확신도 연산부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치가 제공된다.

- <51> 아래에서, 본 발명에 따른 양호한 일 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명 하겠다.
- <52> 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도로서, 도 1a는 롤 속도 운전자 개입 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1b는 스프레이 운전자 개입 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1c는 롤 편심 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1d는 FSU 불량 확신도 판정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- <53> 도 1a를 참조하면, 롤 속도 운전자 개입 확신도 판정 방법은 다음과 같다.
- <54> 먼저, 스텝 S101에서, 각 압연 조건에 따라 설정된 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210)로부터 읽어 들인 후, 스텝 S102에서, 스탠드 출측에 설치되어 있는 두께계(205)로부터 압연판(203)의 두께 신호가 인가되는지, 즉, 상기 출측 두께계에 로드온(Load On)되었는지 여부를 판단한다. 압연판이 검지되면, 본 발명에서 제시하는 알고리즘들이 동작하게 된다.
- <55> 그리고, 스텝 S103에서, 상기 두께계(205), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집한다.
- <56> 이어서, 스텝 S104에서, 상기 두께계(205)로부터 수집된 두께 편차가 수요가의 관리 공차(수요자들이 요구하는 공차 범위)보다 큰지 여부를 판단한다. 이는 수요가의 관리 공차보다 큰 경우에는 두께 불량으로 판단되기 때문이다.
- <57> 상기 스텝 S104에서의 판단 결과, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 작으면, 종료하고, 크면, 스텝 S105에서, 운전자 개입량과 장력 변동 간의 상관도를 연한다. 두 데이터의 상관 관계가 어느 정도인가를 연산함으로써, 두께 불량 확신도를 결정해 낼 수 있다. 이러한

상관도 연산은 아래의 [수학식 1]에 의한다.(두께 불량 확신도를 연산하기 위한 두 데이터의 상관도 연산 방법)

<58>

$$C1 = \frac{\langle f, g \rangle}{\|f\| \cdot \|g\|}$$

$$= \frac{\sum_{k=1}^N f_k g_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^N f_k^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^N g_k^2}}$$

【수학식 1】

<59>

여기서, C1은 상관도이고, f와 g는 임의의 두 데이터 벡터(Vector)이며, $\langle f, g \rangle$ 는 두 벡터의 내적(Inner Product)이고, $\| \cdot \|$ 는 벡터의 크기를 나타낸다.

<60>

한편, 상기 [수학식 1]은 다음과 같이 유도된다.

<61>

먼저, 2 차원 벡터 공간에서 f와 g의 내적은 벡터가 이루는 각도를 θ 라 할 때,

$\langle f, g \rangle = \|f\| \|g\| \cos\theta = f_1 g_1 + f_2 g_2$ 로 정의된다. 내적은 벡터 사이에 있는 각도의 개념을 표현하는 성질을 가지고 있으며, 이는 다차원 벡터 공간에 있어서도 동일하다.

<62>

N 차원 벡터 공간에 있는 2 개의 벡터 f와 g가 N 차원 공간 내에서 θ 의 각도를 이루고 있으면, 그 내적은 $\langle f, g \rangle = f_1 g_1 + f_2 g_2 + \dots + f_N g_N = \sum_{k=1}^N f_k g_k$ 의 형태가 된다.

<63>

그리고, 이 식에서 N 차원의 벡터 공간에 대한 상관 계수도 유도된다. 한편, 상기 수식에서 $\cos\theta = \frac{\langle f, g \rangle}{\|f\| \|g\|}$ 이므로, 이를 상관도로 표시하면, 상기 [수학식 1]과 같이 표현됨을 알 수 있다.

<64>

상기 [수학식 1]을 살펴보면, $-1 \leq \cos\theta \leq 1$ 이므로, 당연히 $-1 \leq C1 \leq 1$ 이 된다.

- <65> 즉, C1의 크기가 f와 g의 각도에 대한 관계의 강도를 표시한다. 두 데이터의 방향이 일치하였을 때, 즉, $\theta = 0$ 일 때, C1은 최대값 1을 취하고, 각도가 커짐에 따라 C1의 값은 작아진다. 또한, C1 = 0일 때, 즉, $\langle f, g \rangle = 0$ 일 때, f와 g는 직교한다.
- <66> 즉, 상기 [수학식 1]에 의하면, C1은 2 개의 벡터 각도에만 의존하는 양이며, 벡터의 크기와는 관계가 없다.
- <67> 스텝 S106은 측정된 두께 편차와 장력 변동 간의 상관도(C2)를 연산하는 과정으로써, 그 방법은 상기 [수학식 1]과 같다.
- <68> 또한, 스텝 S107도 운전자의 속도 개입량과 두께 편차와의 상관도(C3)를 연산하는 과정으로써, 그 방법은 상기 [수학식 1]과 같다.
- <69> 이로써, 운전자의 롤 속도 개입에 대한 확신도를 연산하기 위하여 운전자의 롤 속도 개입량, 장력 변동 및 두께 편차 간의 상관도를 연산하였다.
- <70> 스텝 S108은 상기 연산된 상관도의 극성을 판단하는 과정이다. 상기 [수학식 1]에서 설명한 대로, 상관도는 -1 에서 +1 사이의 값을 가지고 있고, (-)의 상관도는 상관 관계가 없음을 나타내는 것이므로, 세가지 중 한가지라도 부호가 음의 부호이면, 스텝 S110에서 상관도를 0으로 표시한다.
- <71> 스텝 S109는 상기 연산된 세가지 상관도의 부호가 모두 양인 경우, 최종 롤 속도 확신도를 구하는 과정으로서, 상기 최종 롤 속도 확신도는 아래의 [수학식 2]와 같이 산술 평균으로 구하게 된다.(운전자 개입 확신도 연산 방법)

<72>

$$\text{【수학식 2】 확신도} = \frac{\sum_{k=1}^N C_k}{N}$$



- <73> 도 1b를 참조하면, 스프레이 운전자 개입의 확신도 연산 방법은 다음과 같다.
- <74> 먼저, 스텝 S111은 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(C1)를 상기 [수학식 1]과 같은 방법으로 연산하는 과정이다.
- <75> 스텝 S112는 스프레이 운전자 개입이 있는 스탠드에서 게이지 미터식에 의하여 계산된 두께 편차(h_{7GM})와 온도 실적 간의 상관도(C2)를 상기 [수학식 1]과 같은 방법으로 연산하는 과정이다.
- <76> 스텝 S113은 실측된 두께 편차와 상기 게이지 미터식에 의하여 연산된 두께 편차 간의 상관도(C3)를 상기 [수학식 1]과 같은 방법으로 연산하는 과정이다.
- <77> 스텝 S114는 상기 연산된 상관도의 극성을 판단하는 과정이다. 상술한 바와 같이 (-) 상관도는 상관 관계가 없음을 나타내는 것이므로 세가지 중 한가지라도 부호가 음의 부호이면, 스텝 S116에서, 상관도를 0으로 결정한다.
- <78> 스텝 S115는 상기 연산된 세가지 상관도의 부호가 모두 양의 부호를 가지는 경우, 최종 스프레이 운전자 개입 확신도를 연산하는 과정으로써, 최종 스프레이 운전자 개입 확신도는 상기 세가지 상관도의 산술 평균을 취하는 바, 이는 상기 [수학식 2]에 기재된 것과 같은 방법으로 한다.
- <79> 도 1c를 참조하면, 롤 편심의 확신도를 연산하는 방법은 다음과 같다.

<80> 먼저, 스텝 S117은 각각의 스탠드의 평균 스펙트럼 강도(C_m)를 연산하는 과정이다. 각 스탠드의 평균 스펙트럼 강도는 아래의 [수학식 3]과 같은 방법으로 구한다.(각 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산식)

<81> **【수학식 3】**
$$C_m^i = \frac{C_{top}^i + C_{bottom}^i}{2}$$

<82> 여기서, m 은 1 ~ 3 사이의 값이며, C_m^i 는 i 스탠드의 평균 스펙트럼 강도이고, C_{top}^i 는 i 스탠드 상부 백업롤의 스펙트럼 강도이며, C_{bottom}^i 는 i 스탠드 하부 백업롤의 스펙트럼 강도를 나타낸다.

<83> 스텝 S118은 상기 스텝 S117에서 구한 C_m^i 의 평균을 연산하여 그 값을 C 로 취하는 과정이다.

<84> 스텝 S119는 상기 상하부 백업롤의 주요 주파수 외의 주파수에서 스펙트럼 강도를 구하는 과정으로써, 그 스펙트럼의 평균 강도를 C_{off} 로 한다.

<85> 스텝 S120은 상기 계산된 스펙트럼의 강도를 비교하는 과정으로서, 상기 스텝 S118에서 구한 주요 주파수에서의 평균 강도와 상기 스텝 S119에서 구한 주파수에서의 평균 강도의 차이가 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값(θ_{ecc_force})보다 큰지를 판단하는 과정이다. 만약, 주요 주파수에서의 스펙트럼 강도가 큰 경우에는 롤 편심이 크다는 것을 의미하므로, 스텝 S121에서, 아래의 [수학식 4]와 같이 롤 편심에 대한 확신도를 계산한다.(롤 편심 확신도 연산 방법)

<86> **【수학식 4】**
$$\text{확신도} = \frac{C - C_{off}}{C} * 100 * C_{ecc_force}$$

<87> 여기서, C_{ecc_force} 는 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값으로서, 테스트를 통하여 결정된다.

<88> 도 1d를 참조하면, FSU 불량 확신도 연산 방법은 다음과 같다.

<89> 스탠드별 실측 하중 편차는 입측 소재 두께 변동, 온도 편차 발생, Both 개입(워크 사이드 쪽과 드라이브 사이드 쪽 모두 동시에 수동 롤 갭이 들어간 경우) 및 FSU 설정 오차 등이 원인이 되어 발생하기 때문에 실측 하중 편차를 각각의 원인별 발생된 하중 편차로 분리한 후, 원인별 X 레이 두께 편차에 기여한 정도(두께 변동량)를 예측하고, 전체 두께 변동량에 대한 원인별 두께 변동량의 비율을 원인별 확신도로 한다. 아래의 수식들은 본 과정에 적용되는 수식이다.

<90> [i 스탠드 롤 포스(Roll Force) 평형식]

$$\Delta F_{total}^i = \Delta F_H^i + \Delta F_{fat}^i + \Delta F_{both}^i + \Delta F_{fsu}^i$$

<92> 여기서, $\Delta F_{total}^i (= F_{act}^i - F_{set}^i)$ 는 Total Roll Force 변화량(실적 하중 - 설정 하중)을 의미하고, ΔF_H^i 는 입측 판 두께 편차에 의한 Roll Force 변화량을 의미하며, ΔF_{fat}^i 는 온도 편차에 의한 Roll Force 변화량을 의미하고, ΔF_{both}^i 는 Both 수동 개입에 의한 Roll Force 변화량을 의미하며, ΔF_{fsu}^i 는 FSU 설정 오차에 의한 Roll Force 변화량을 의미한다.

<93> [i 스탠드 입측 판 두께 편차에 의한 i 스탠드 Roll Force 변화량]

$$\Delta F_H^i = \frac{1}{1000} \cdot \frac{M^i \cdot Q^i}{M^i + Q^i} \cdot \Delta H^i$$



<95> 여기서, ΔH^i 는 i 스탠드 입측 판 두께 편차[um](plus = large)를 의미하고, M^i 는 i 스탠드 밀(Mill) 정수[ton/mm]를 의미하며, Q^i 는 i 스탠드 소성 계수[ton/mm]를 의미한다.

<96> [온도 편차에 의한 i 스탠드 Roll Force 변화량]

<97>

$$\Delta F_{fd}^i = \Delta T^{FDT} \cdot \frac{T^i}{T^{FDT}} \cdot \left(\frac{\partial F^i}{\partial T^i} \right)$$

<98> 여기서, $\Delta T^{FDT} (= T_{act}^{FDT} - T_{set}^{FDT})$ 는 FDT 편차(실적 온도 - 설정 온도)를 의미하고, $\left(\frac{\partial F^i}{\partial T^i} \right) (< 0)$ 은 i 스탠드 온도 편차가 i 스탠드 Roll Force에 주는 정도(영향 계수)를 의미한다.

<99> [i 스탠드 Both 개입에 의한 i 스탠드 Roll Force 변화량]

<100>

$$\Delta F_{both}^i \cong \frac{-1}{1000} \cdot \frac{M^i \cdot Q^i}{M^i + Q^i} \cdot (-10 \cdot \Delta S_{both}^i)$$

<101> 여기서, ΔS_{both}^i 는 i 스탠드의 Both 개입량[10um](plus = close)을 의미한다.

<102> [FSU 설정 오차에 의한 i 스탠드 Roll Force 변화량]

<103>

$$\Delta F_{fsu}^i = \Delta F_{total}^i - \Delta F_{both}^i - \Delta F_{fd}^i - \Delta F_H^i$$

<104> [i 스탠드 입측 판 두께 편차에 의한 i 스탠드 출측 판 두께 변화량]

<105>

$$\Delta H_H^i = \frac{Q^i}{M^i + Q^i} \cdot \Delta H^i$$

<106> [온도 편차에 의한 i 스탠드 출측 판 두께 변화량]

<107>

$$\Delta h_{fd}^i = \frac{1000}{M^i} \cdot \Delta T^{FDT} \cdot \frac{T^i}{T^{FDT}} \cdot \left(\frac{\partial F^i}{\partial T^i} \right)$$

<108> [i 스탠드 Both 개입에 의한 i 스탠드 출측 판 두께 변화량]



<109>

$$\Delta h_{both}^i = \frac{M^i}{M^i + Q^i} \cdot (-10 \cdot \Delta S_{both}^i)$$

<110>

여기서, Δh^i 는 i 스탠드 출측 판 두께[um](plus = large)이다.

<111>

[i 스탠드 FSU 설정 오차에 의한 i 스탠드 출측 판 두께 변화량]

<112>

$$\Delta h_{fsu}^i \cong \frac{1000}{M^i} \cdot \Delta F_{fsu}^i$$

<113>

스텝 S122는 온도 불량에 의한 두께 변동량을 연산하는 과정으로서, 아래의 [수학식 5]의 방법으로 구할 수 있다.(온도 편차에 의한 X 레이 판 두께 변화량)

<114>

【수학식 5】
$$\Delta h_{fsu}^X \cong \sum_{i=1}^p \frac{1000}{M^i} \cdot \Delta T^{FDT} \cdot \frac{T^i}{T^{FDT}} \cdot \left(\frac{\partial F^i}{\partial T^i} \right)$$

<115>

여기서, p는 설치된 총 스탠드의 갯수이다.

<116>

스텝 S123은 Both 개입에 의한 두께 변동량을 연산하는 과정으로서, 아래의 [수학식 6]의 방법으로 구할 수 있다.(i 스탠드 Both 개입에 의한 X 레이 판 두께 변화량)

<117> **【수학식 6】** (1) i = 1 ~ p-1 일 때,

$$\Delta h_{both}^X = \left[\prod_{j=i+1}^p \left(\frac{Q^j}{M^j + Q^j} \right) \right] \cdot \left(\frac{M^i}{M^i + Q^i} \right) \cdot (-10 \cdot \Delta S_{both}^i)$$

<118>

(2) i = p 일 때,
$$\Delta h_{both}^i = \frac{M^i}{M^i + Q^i} \cdot (-10 \cdot \Delta S_{both}^i)$$

<119>

스텝 S124는 FSU 불량에 의한 두께 변동량을 연산하는 과정으로서, 아래의 [수학식 7]의 방법으로 구할 수 있다.(i 스탠드 FSU 설정 오차에 의한 X 레이 판 두께 변화량)

<120>

$$\Delta h_{fsu}^x = \left\{ \prod_{j=i+1}^p \left(\frac{Q^j}{M^j + Q^j} \right) \right\} \cdot \Delta h_{fsu}^i$$

【수학식 7】 (1) $i = 1 \sim p-1$ 일 때,
$$= \left\{ \prod_{j=i+1}^p \left(\frac{Q^j}{M^j + Q^j} \right) \right\} \cdot \frac{1000}{M^i} \cdot \Delta F_{fsu}^i$$

<121>

(2) $i = p$ 일 때,
$$\Delta h_{fsu}^x = \frac{1000}{M^i} \cdot \Delta F_{fsu}^i$$

<122>

스텝 S125는 극성 판단 과정으로서, 상기 [수학식 5]에서 연산한 온도에 의한 두께 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 비교한다. 비교 결과, 극성이 다르면, 스텝 S127에서, 확신도를 0으로 결정하고, 동극성일 경우에는 스텝 S126에서, 아래의 [수학식 8]과 같이 확신도를 연산한다.(확신도 계산)

<123>

【수학식 8】
$$\Delta h_{xray_top} = \Delta h_{fdt}^x + \Delta h_{both}^x + \Delta h_{fsu}^x$$

<124>

$$C_{fdt} = \frac{\Delta h_{fdt}^x}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

<125>

$$C_{both} = \frac{\Delta h_{both}^x}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

<126>

$$C_{fsu} = \frac{\Delta h_{fsu}^x}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

<127>

여기서, C_{fdt} 는 온도 불량 확신도이고, C_{both} 는 Both 개입에 의한 확신도이며, C_{fsu} 는 FSU 설정 오차에 의한 확신도이고, Δh_{fdt}^x 는 온도 불량에 의한 X 레이 판 두께 변화량이며, Δh_{both}^x 는 Both 개입에 의한 X 레이 판 두께 변화량이고, Δh_{fsu}^x 는 FSU 설정 오차에 의한 X 레이 판 두께 변화량이다.

<128>

이어서, 스텝 S128에서는 상기 [수학식 6]에서 연산한 Both 수동 개입에 의한 두께 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 비교한다. 비교 결과, 극성이 다를 경우에는 스텝 S130에

서, 확신도를 0으로 결정하고, 동극성일 경우에는 스텝 S129에서, 확신도를 상기 [수학식 8]과 같은 방법으로 계산한다.

<129> 그리고, 스텝 S131에서는 상기 [수학식 7]에서 연산한 FSU에 의한 두께 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 비교한다. 비교 결과, 극성이 다를 경우에는 스텝 S133에서, 확신도를 0으로 결정하고, 동극성일 경우에는 스텝 S132에서, 확신도를 상기 [수학식 8]과 같은 방법으로 계산한다.

<130> 도 2 및 도 3은 본 발명에 적용되는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치의 개략적인 구성도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.

<131> 본 발명에 적용되는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치는, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 인가하는 SCC 설정부(210)를 포함한다.

<132> 또한, 두께계(205), 입측 온도계(204), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집하기 위한 실측 데이터 수집부(211)를 포함한다.

<133> 또한, 출측 두께계가 로드온되었는지를 판정하는 출측 두께계 로드온 판단부(212)를 포함한다.

<134> 한편, 본 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치는 크게 롤 속도 운전자 개입 확신도 판정 모듈, 스프레이 운전자 개입 확신도 판정 모듈, 롤 편심 확신도 판정 모듈 및 FSU 불량 확신도 판정 모듈로 나눌 수 있는 바, 이하에서는 이를 세분하여 설명한다.

<135> 상기 롤 속도 운전자 개입 확신도 판정 모듈은, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 큰 지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부(213), 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면 운전자 개입량과 장력 변동간의 상관도(C1)를 연산하기 위한 운전자 개입/장력간 상관도 연산부(214), 두께 편차와 장력 변동간의 상관도(C2)를 연산하기 위한 두께/장력간 상관도 연산부(215), 운전자 개입량과 두께 편차와의 상관도(C3)를 연산하기 위한 운전자 개입/두께간 상관도 연산부(216), 상기 C1, C2 및 C3 간의 상관도의 극성을 판단하기 위한 상관도 극성 판단부(217), 상기 연산된 세가지 상관도의 극성이 하나라도 음의 부호를 가지면 확신도는 0으로 결정하고 모두 양의 부호를 가지면 최종 롤 속도 운전 개입 확신도를 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 확신도 연산부(218)를 포함하여 구성된다.

<136> 상기 스프레이 운전자 개입 확신도 판정 모듈은, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도를 연산하기 위한 두께/온도간 상관도(C1) 연산부(219), 스프레이 운전자 개입이 있는 스탠드에서 게이지 미터식에 의해서 계산된 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(C2)를 연산하기 위한 연산된 두께/온도간 상관도 연산부(220), 실측된 두께 편차와 상기 게이지 미터식에 의하여 연산된 두께 편차 간의 상관도(C3)를 연산하기 위한 두께 편차/연산된 두께간 상관도 연산부(221), 상기 연산된 C1, C2 및 C3의 극성을 판단하여 음의 상관도라면 상관 관계가 없는 것으로 결정하고 상기 세가지 상관도의 부호가 모두 양이면 최종 스프레이 운전자 개입 확신도는 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 확신도 연산부(218)를 포함하여 구성된다.

<137> 상기 롤 편심 확신도 판정 모듈은, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면 각 스탠드의 평균 스펙트럼 강도를 연산하기 위한 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부(331), 상하부 백업 롤의 주요 주파수 외의 주파수에서 스펙트럼 강도의 평균을 연산하기 위한 스펙트럼 강도 평균

연산부(332), 상기 주요 주파수에서의 스펙트럼 강도와 상기 주요 주파수 외의 주파수에서 구한 스펙트럼 강도와의 편차를 판단하기 위한 스펙트럼 강도 비교부(333), 상기 주요 주파수에서의 스펙트럼 강도가 큰 경우에는 롤 편심이 크다는 것을 의미하므로 상기 주요 주파수에서의 스펙트럼 강도와 주요 주파수 외의 주파수에서의 스펙트럼 강도와의 편차를 이용하여 확신도를 연산하는 확신도 연산부(218)를 포함하여 구성된다.

<138> 상기 FSU 불량 확신도 판정 모듈은, 온도 불량에 의한 두께 변동량을 연산하기 위한 온도/두께 변동량 연산부(334), Both 개입에 의한 두께 변동량을 연산하기 위한 운전자 개입/두께 변동량 연산부(335), FSU 불량에 의한 두께 변동량을 연산하기 위한 FSU 설정/두께 변동량 연산부(336), 상기 세가지 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 판단하는 극성 판단부(337), 상기 극성 판단부(337)에서의 판단 결과 극성이 다르면 확신도를 0으로 최종 결정하고 동극성일 경우에는 각각의 확신도를 상기 X 레이 두께 편차와의 비율에 따라 결정하는 확신도 연산부(218)를 포함하여 구성된다.

<139> 이상에서 본 발명에 대한 기술 사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 일 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자이라면 누구나 본 발명의 기술 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

【발명의 효과】

<140> 앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위하여 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하기 위하여 사상 압연에서의 두께 불량 진단 방법에 대한 확신도를 판단함으로써, 사상 압연 이상 진단을 수행하는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

품질 불량률의 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 운전자 개입량과 장력 변동간의 상관도(C1), 상기 두께 편차와 장력 변동간의 상관도(C2), 운전자 개입량과 두께 편차와의 상관도(C3)를 연산하기 위한 상관도 연산부;

상기 C1, C2 및 C3 간의 상관도의 극성을 판단하기 위한 상관도 극성 판단부; 및

상기 연산된 세가지 상관도의 극성이 하나라도 음의 부호를 가지면 확신도는 0으로 결정하고, 모두 양의 부호를 가지면 최종 롤 속도 운전 개입 확신도를 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 확신도 연산부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(D1), 스프레이 운전자 개입이 있는 스탠드에서 게이지 미터식에 의해서 계산된 두께 편차와 온도 실적 간의 상관도(D2), 실측된 두께 편차와 상기 게이지 미터식에 의하여 연산된 두께 편차 간의 상관도(D3)를 연산하기 위한 스프레이 상관도 연산부; 및

상기 연산된 D1, D2 및 D3의 극성을 판단하여 음의 상관도라면 상관 관계가 없는 것으로 결정하고 상기 세가지 상관도의 부호가 모두 양이면 최종 스프레이 운전자 개입 확신도는 상기 세가지 상관도의 평균으로 결정하는 스프레이 확신도 연산부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 상관도 연산부 또는 스프레이 상관도 연산부는,

상관도를 연산하기 위한 두 데이터가 f, g라고 하면, 아래의 [식 1]과 같이 상관도를 연산하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

[식 1]

$$C1 = \frac{\langle f, g \rangle}{\|f\| \cdot \|g\|}$$

$$= \frac{\sum_{k=1}^N f_k g_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^N f_k^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^N g_k^2}}$$

여기서, $C1$ 은 상관도이고, f 와 g 는 임의의 두 데이터 벡터(Vector)이며, $\langle f, g \rangle$ 는 두 벡터의 내적(Inner Product)이고, $\| \cdot \|$ 는 벡터의 크기를 나타낸다.

【청구항 4】

품질 불량률의 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 상하부 백업롤의 스펙트럼 강도를 이용하여 스탠드의 평균 스펙트럼 강도를 연산하는 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부;

상기 상하부 백업롤의 주요 주파수 외의 주파수에서 스펙트럼 강도의 평균을 연산하기 위한 스펙트럼 강도 평균 연산부;

상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부의 결과와 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부의 결과의 편차를 판단하기 위한 스펙트럼 강도 비교부; 및

상기 스펙트럼 강도 비교부의 판단 결과, 상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부에서 구한 스펙트럼 강도가 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부에서 구한 스펙트럼 강도보다 크면, 상기 스탠드 평균 스펙트럼 강도 연산부에서 구한 스펙트럼 강도와 상기 스펙트럼 강도 평균 연산부에서 구한 스펙트럼 강도의 편차를 이용하여 롤 편심 확신도를 연산하는 확신도 연산부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

【청구항 5】

품질 불량률의 원인을 신속하고 정확하게 판단할 수 있는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 온도 불량에 의한 두께 변동량, Both 개입에 의한 두께 변동량 및 FSU 불량에 의한 두께 변동량을 연산하기 위한 변동량 연산부;

상기 세가지 변동량과 X 레이 두께 편차와의 극성을 판단하는 극성 판단부; 및

상기 극성 판단부에서의 판단 결과, 극성이 다르면 확신도를 0으로 최종 결정하고, 동 극성일 경우에는 각각의 확신도를 상기 X 레이 두께 편차와의 비율에 따라 결정하는 확신도 연산부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 확신도 연산부는,



아래의 [식 2]에 의하여 각각의 확신도를 결정하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 이상 진단 확신도 판정 장치.

$$\Delta h_{xray_top} = \Delta h_{fdt}^X + \Delta h_{both}^X + \Delta h_{fsu}^X$$

$$C_{fdt} = \frac{\Delta h_{fdt}^X}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

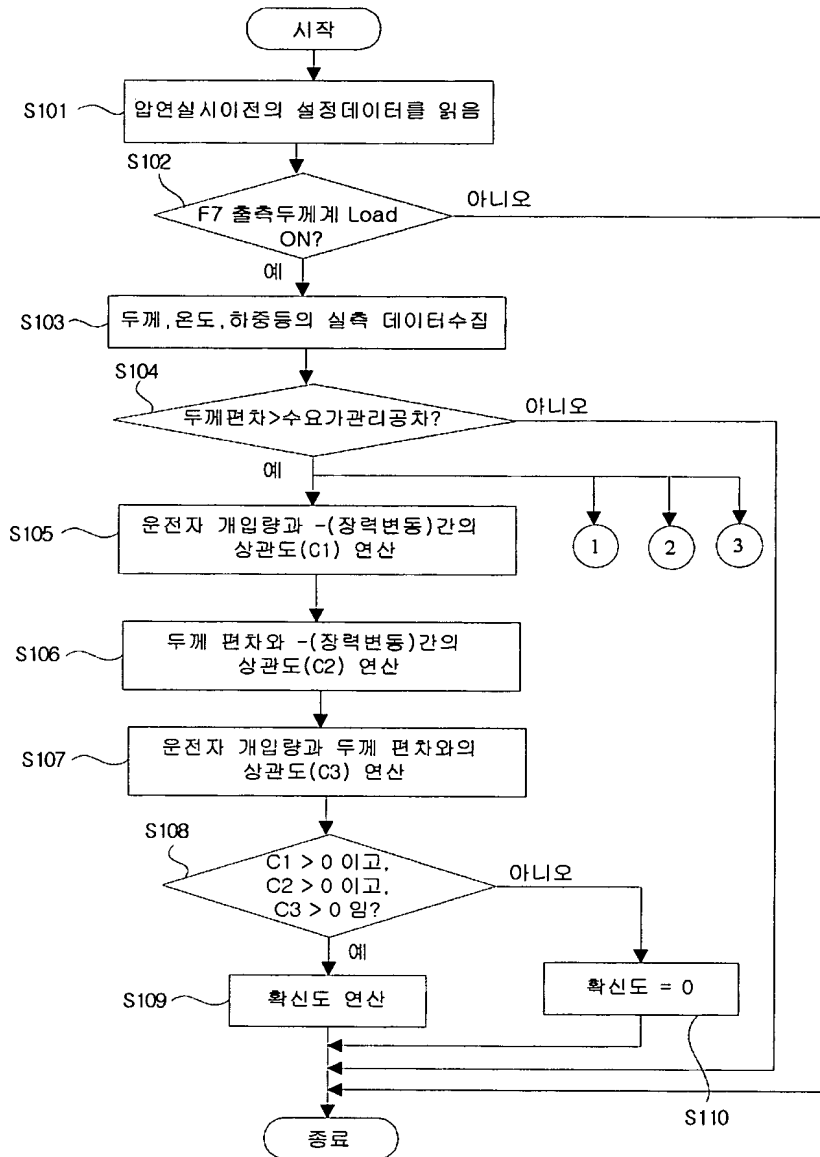
$$C_{both} = \frac{\Delta h_{both}^X}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

$$C_{fsu} = \frac{\Delta h_{fsu}^X}{\Delta h_{xray_top}} \cdot 100[\%]$$

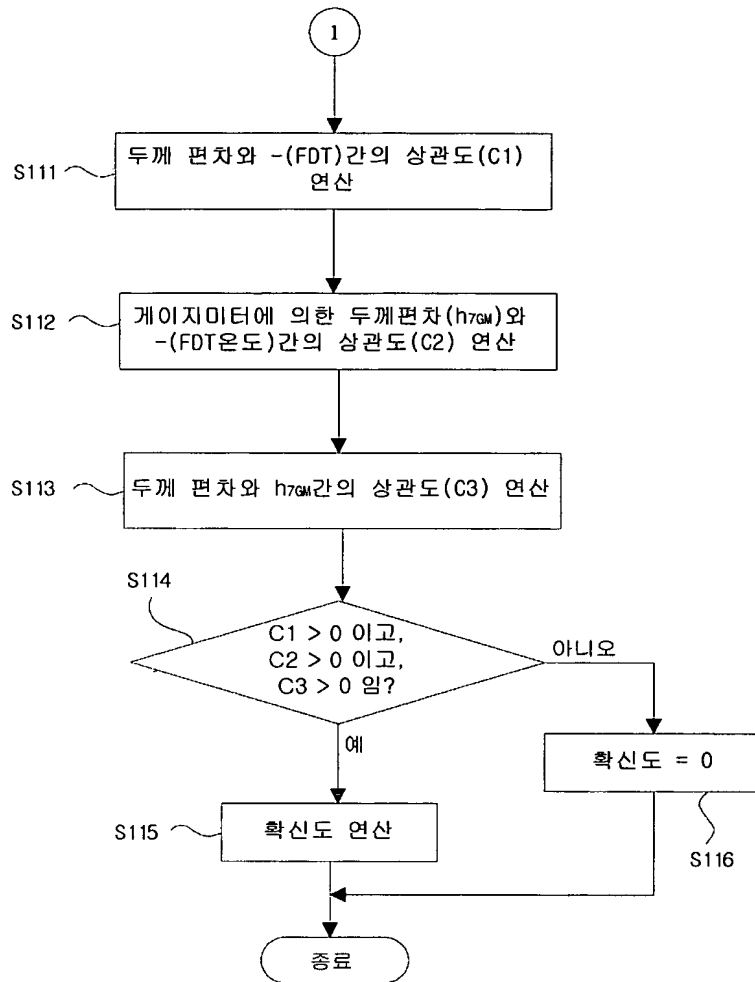
여기서, C_{fdt} 는 온도 불량 확신도이고, C_{both} 는 Both 개입에 의한 확신도이며, C_{fsu} 는 FSU 설정 오차에 의한 확신도이고, Δh_{fdt}^X 는 온도 불량에 의한 X 레이 판 두께 변화량이며, Δh_{both}^X 는 Both 개입에 의한 X 레이 판 두께 변화량이고, Δh_{fsu}^X 는 FSU 설정 오차에 의한 X 레이 판 두께 변화량이다.

【도면】

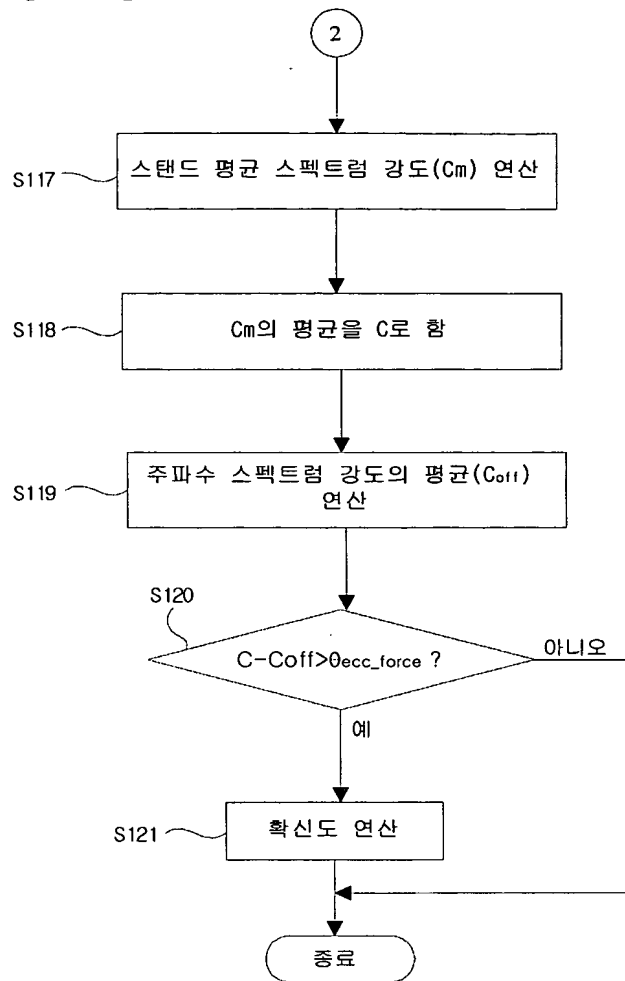
【도 1a】



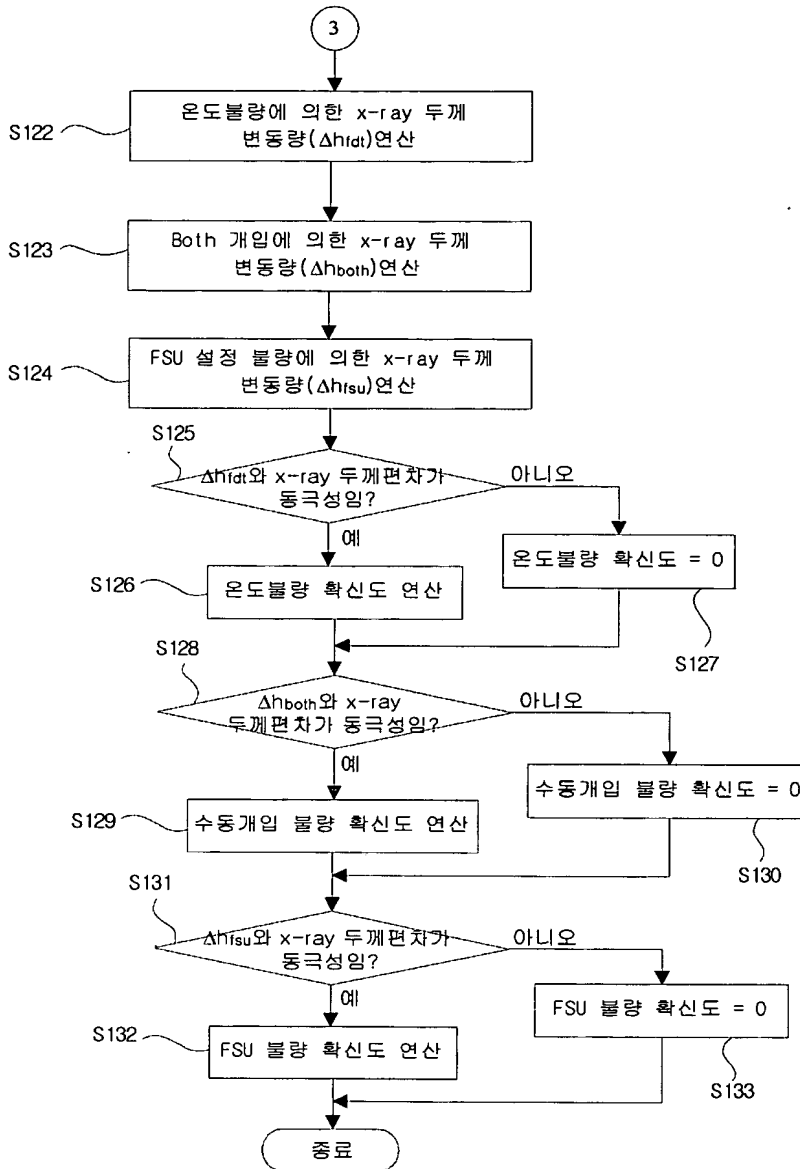
【도 1b】



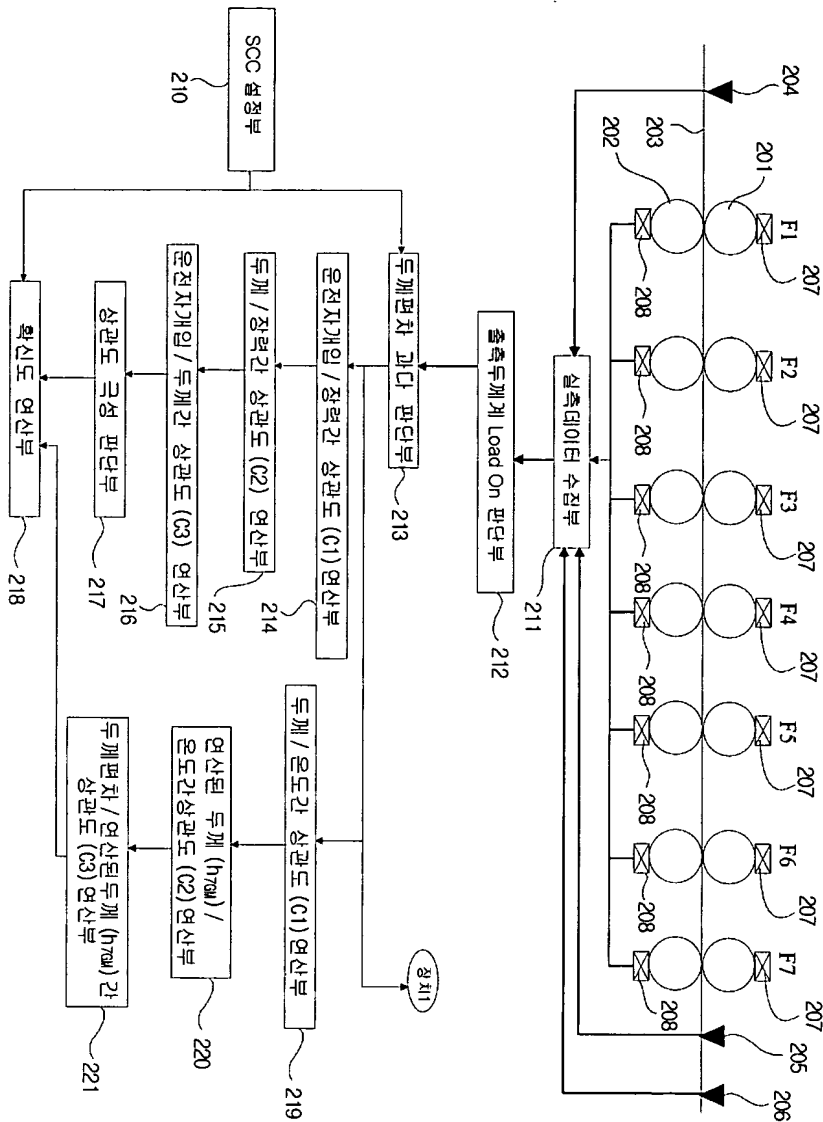
【도 1c】



【도 1d】



【도 2】



【도 3】

